

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-147510
 (43)Date of publication of application : 26.05.2000

(51)Int.CI. G02F 1/1337
 G02F 1/136
 G02F 1/141

(21)Application number : 10-320904
 (22)Date of filing : 11.11.1998

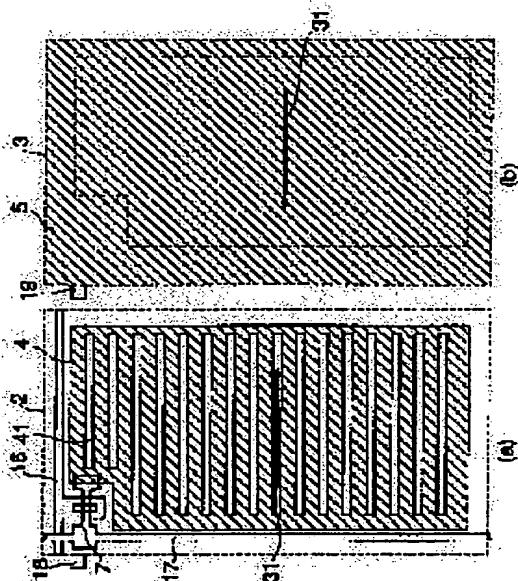
(71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (72)Inventor : HASEGAWA TSUTOMU
 YAMAGUCHI HAJIME
 OKA TOSHIYUKI
 YAMAGUCHI TAKASHI
 OSADA HIROYUKI
 IIDA RIEKO
 TAKATO TAKAKI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the response speed of an antiferroelectric liquid crystal display device(LCD) having inherent autonomous polarization or allowed to be induced at its autonomous polarization by the impression of voltage, to widen its visual field angle and to prevent the reduction of contrast even when it is used for a long period.

SOLUTION: The LCD is provided with a 1st substrate 2 having a pixel electrode 4, a 2nd substrate 3 having a counter electrode 5 arranged so as to be opposed to the electrode 4 and a liquid crystal(LC) layer 6 holding LC having inherent autonomous polarization or allowed to be induced at its autonomous polarization by the impression of voltage between the 1st and 2nd substrates 2, 3. The LC layer 6 is provided with plural pixel areas and specific areas 41 whose orientation is periodically different in a direction crossing with the layer direction of the LC layer 6 are included in these pixel areas.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-147510

(P2000-147510A)

(43)公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

マーク*(参考)

G 02 F 1/1337

5 0 5

G 02 F 1/1337

5 0 5

2 H 0 8 8

1/136

5 0 0

1/136

5 0 0

2 H 0 9 0

1/141

1/137

5 1 0

2 H 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平10-320904

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22)出願日 平成10年11月11日 (1998.11.11)

(72)発明者 長谷川 励

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 山口一

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会社東芝生産技術研究所内

(74)代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

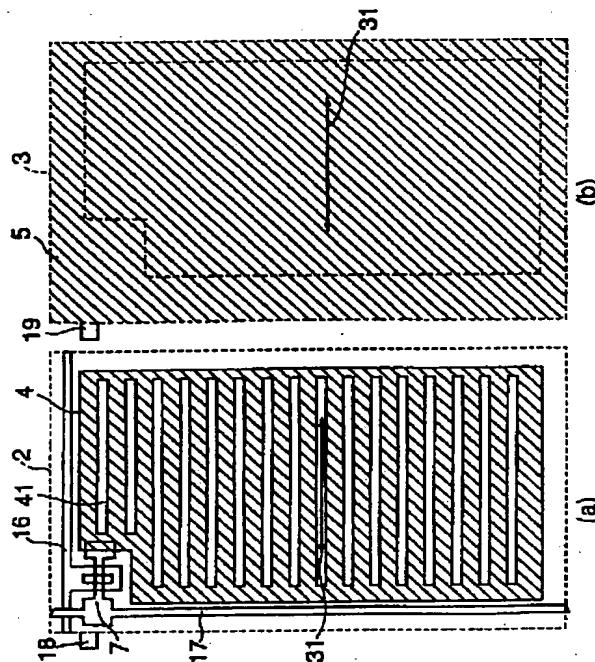
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 固有に自発分極を有するあるいは電圧の印加により自発分極が誘起される反強誘電液晶表示装置の応答速度の高速化、広視野角を図り、長時間使用してもコントラストの低下を防止する。

【解決手段】 画素電極4を有する第1の基板2と、画素電極と互いに向き合うように対向配置された対向電極5を有する第2の基板3と、固有の自発分極を有するかまたは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶が第1および第2の基板間に挟持された液晶層6とを備えるものにおいて、液晶層6が複数の画素領域を備えると共に、前記複数の画素領域のそれぞれの中に、前記液晶層の層方向と交差する方向に周期的に配向性の異なる特定領域41, 51を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】画素電極を有する第1の基板と、前記画素電極と互いに向き合うように対向配置された対向電極を有する第2の基板と、固有の自発分極を有するかまたは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶が前記第1および第2の基板間に挟持された液晶層と、を備える液晶表示装置において、前記液晶層が複数の画素領域を備えると共に、前記複数の画素領域のそれぞれの中に、前記液晶層の層方向と交差する方向に周期的に配向性の異なる特定領域が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記特定領域は、前記画素電極または対向電極の一部よりなるストライプ状のストライプ領域であると共に、前記ストライプ領域の各ストライプが前記液晶層の層方向と交差していることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記特定領域は、前記液晶層の層方向と略直交する方向に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項4】前記液晶が実質的に、2フレーム以上同極性の電圧を印加することで駆動されることを特徴とする請求項1または2記載の液晶表示装置。

【請求項5】所定距離離間して対向配置された1対の基板と、この1対の基板の対向面にそれぞれ配置された1対の電極と、前記1対の基板間に挟持される無閾値反強磁性液晶を含む液晶層と、を備える液晶表示装置において、

前記液晶層が前記1対の基板が離間する前記所定距離よりもその直径が小さい部材を含む媒質を備えると共に、前記媒質に電圧を印加する手段が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に係り、特に、固有にまたは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料を用いた液晶表示装置の素子特性向上に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子は軽量で消費電力が低いため携帯性に優れる等の特徴を備えており、ワードプロセッサ、パソコンコンピュータ、カーナビゲーションシステム等のディスプレイとして広く用いられている。特に、薄膜トランジスタ（以下、TFT - Thin Film Transistorとする）等のスイッチング素子を各画素に形成すると共にネマティック液晶材料を用いるTN (Twisted Nematic) モード TFT-LCD (Liquid Crystal Display) が優れた表示性能を有している。しかしながら、上述のような優れた性能を有する一方で、TNモード TFT-LCD は視野角が狭いばかりでなく応答速度が遅いといった問題点を有している。

【0003】近年、固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される、例えば、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等の液晶材料を用いた液晶表示素子は、広い視野角を有し、かつ高速応答が可能であるため注目を集めている。固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料の多くは、電圧無印加状態、正電圧印加状態、負電圧印加状態という3つの配向状態しかとることができない。しかし、最近、上記の液晶材料の中に、上記3つの配向

10 状態だけでなく、印加電圧の大きさに応じてこれらの中間の配向状態もとることができる液晶材料が発見された。

【0004】例えば、無閾値反強誘電性 (TLAF-Threshold-Less Anti-Ferroelectric) 液晶、DHF (Deformed Helix Ferroelectric) 液晶、单安定FLC (monostable Ferroelectric Liquid Crystal)、APD (Alternating Polarizationdomain) 液晶、捻れFLC (Twisted Ferroelectric Liquid Crystal)、電傾効果 (electroclinic effect) を示す液晶等である。このような液晶材料は、メモリを有していないか、あるいは有していても著しく小さいメモリしか有していない。したがって、TFT、TFT (Thin Film Diode - 薄膜ダイオード)、MIM等のスイッチング素子を各画素に形成して、すなわちアクティブマトリックス方式を採用して非選択期間中も印加電圧を保持することにより、任意の配向状態を保持し、かつ、印加電圧の大きさを制御することにより中間調表示が可能となる。その結果、広い視野角でフルカラー表示が可能な液晶表示装置が実現できるようになった。

【0005】固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料は、スマクティック液晶に属する。スマクティック液晶の特徴は、層構造を有する点にある。図20に反強誘電性液晶を用いた従来の液晶表示装置の液晶分子の配向状態を概略的に示す。図20において、液晶表示装置100はそれぞれの対向面に電極（図示せず）が形成された1対の基板101、102と、1対の基板101、102に挟持された反強誘電性液晶103とで構成されている。液晶分子104は層状構造を呈しており、この層の積層方向は基板面に平行であり、層内でそれぞれの液晶分子104は並進により関係づけられる。

【0006】図20において、(b) は電圧無印加時の液晶配向を示しており、(a) および(c) は飽和電圧以上の電圧を印加した場合の液晶配向を示している。なお、(a) と(c) では、電圧の印加方向が逆になっている。図20(b) に示すように、電圧無印加時において液晶分子104の配向は、それぞれの層間で互い違いになっているため、分子のダイポールモーメントは打ち消し合い、自発分極は発現しない。このとき液晶の光軸105は、層法線方向106と平行になる。換言すれ

ば、電圧無印加時の光軸105と層法線方向106とが一致しているので、液晶表示装置100をクロスニコル下に配置し、その消光位から電圧無印加時の光軸105を求ることで、層法線方向106を決定することができる。

【0007】反強誘電性液晶103に飽和電圧以上の電圧を印加した場合、図20(a)および(c)に示すように、すべての層間で液晶分子104の配向方向が一致し、ダイポールモーメントの向きも揃うことにより、自発分極が発現する。基板101に透過軸が層法線方向106と平行になるように偏光板を設け、基板102に透過軸が層法線方向106と垂直になるように偏光板を設けた場合、電圧無印加時には黒(最も暗い状態)が表示され、飽和電圧以上の電圧を印加した際には白が表示される。反強誘電性液晶103が無閾値反強誘電性液晶である場合、印加電圧に応じて図20の(a)と(b)の間の配向状態、あるいは(b)と(c)の間の配向状態をとることができる。したがって、偏光板の透過軸を上記と同じに配置すれば、液晶に印加する電圧を制御することにより、中間的な階調により画像を表示することが可能となる。しかしながら、上述したような、固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料を用いた従来の液晶表示装置は、期待されるほどの高い応答速度が得られない場合がある、表示が焼き付いて見える場合がある、あるいは長時間使用するとコントラストが低下する場合があるという問題を有している。

【0008】一方、液晶光学スイッチ素子は、軽量・低消費電力といった特徴を活かして、主にノート型パソコンあるいは携帯情報機器のディスプレイとして開発・実用化されてきており、近年は、情報のマルチメディア化が進み、動画への対応が強く求められるとともに、大画面化への期待も高まっている。動画対応および大画面化には、高速・広視野角の液晶光学素子の実現が不可欠であり、反強誘電液晶(AFLC)素子は強誘電液晶(FLC)素子とともにこの要求を満足させる素子として注目を集めている。両者ともメモリ性を有しており、この利点を活かすことで単純マトリックス駆動により動作也可能である。しかしながら、階調表示が難しいといった問題がある。近年、反強誘電液晶のうち、印加電圧に対してその光学特性が連続的に変化するいわゆる無閾値反強誘電液晶(TLAF LC、以下TLAFと記す)が見出され、階調表示を可能にする液晶素子として、盛んに研究開発が行なわれている。

【0009】無閾値反強誘電液晶(TLAF)は、閾値を有する反強誘電液晶の特徴であるヒステリシスがほぼ解消されているが、若干のヒステリシスが残っている場合が多く、実用化を考える上で大きな問題となっている。この残存ヒステリシスは、閾値を有する反強誘電液晶に特有なストライブドメインと関係があることがJpn.

J. Appl. Phys., 36, 3586 (1997)などで指摘されている。液晶中に液晶以外の微粒子を分散させる技術は、松居他、第22回(1996年)液晶討論会予稿集p. 191において強誘電液晶に対して開示されている。しかしながら、上記文献に開示された技術の目的は、強誘電液晶の階調表示を実現することにあり、また、その効果を実現するための構成は微粒子により実効電界強度を広く分布させることにあり、本発明とはその目的、効果とも全く異なっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料を用い、応答速度が速く、表示の焼き付きがなく、長時間使用してもコントラストの低下が生じることがない液晶表示装置を提供することを目的とする。また、本発明は無閾値反強誘電液晶素子におけるヒステリシスの残存と比較的遅い応答成分に起因する不充分な表示性能を解決するために、高速で広視野角の液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するためには、請求項1に係る液晶表示装置は、画素電極を有する第1の基板と、前記画素電極と互いに向き合うように対向配置された対向電極を有する第2の基板と、固有の自発分極を有するかまたは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶が前記第1および第2の基板間に挟持された液晶層と、を備えるものにおいて、前記液晶層が複数の画素領域を備えると共に、前記複数の画素領域のそれぞれの中に、前記液晶層の層方向と交差する方向に周期的に配向性の異なる特定領域が設けられていることを特徴としている。

【0012】また、請求項2に係る液晶表示装置は、請求項1に記載のものにおいて、前記特定領域が前記画素電極または対向電極の一部よりなるストライブ状のストライブ領域であると共に、前記ストライブ領域の各ストライブが前記液晶層の層方向と交差していることを特徴としている。また、請求項3に係る液晶表示装置は、請求項1に記載のものにおいて、前記特定領域が前記液晶層の層方向と略直交する方向に設けられていることを特徴としている。また、請求項4に係る液晶表示装置は、請求項1に記載のものにおいて、前記液晶が実質的に、2フレーム以上同極性の電圧を印加することで駆動されることを特徴としている。する請求項1または2記載の液晶表示装置。なお、請求項1に記載の周期、または請求項2および3に記載のストライブの周期が、0.1μm以上200μm以下で構成するようにしてもよい。

【0013】また、請求項5に係る液晶表示装置は、所定距離離間して対向配置された1対の基板と、この1対の基板の対向面にそれぞれ配置された1対の電極と、前

記1対の基板間に挟持される無閾値反強磁性液晶を含む液晶層と、を備えるものにおいて、前記液晶層が前記1対の基板が離間する前記所定距離よりもその直径が小さい部材を含む媒質を備えると共に、前記媒質に電圧を印加する手段が設けられていることを特徴とする。なお、請求項5に記載のものにおいて、前記部材の平均直径は0.1μm以下で構成するようにしても良い。また、請求項5に記載のものにおいて、前記部材の平均屈折率と前記固有の自発分極を有するまたは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶の平均屈折率とが等しくなるように構成しても良い。

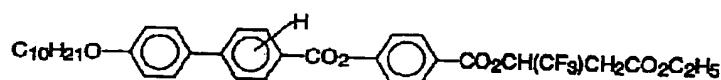
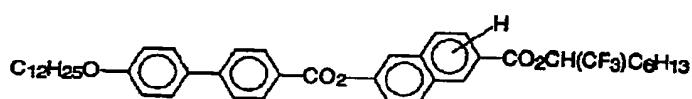
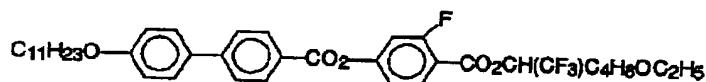
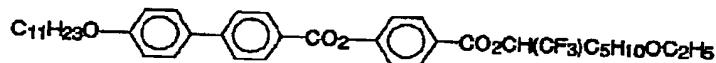
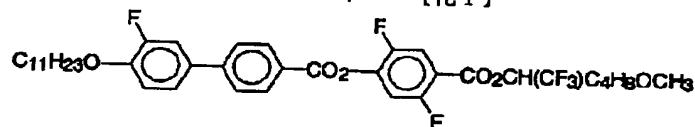
【0014】上記請求項1に係る液晶表示装置の好ましい態様は、以下に示すように、(1)請求項1記載の周期があるいは請求項2記載のストライプの周期が、0.1μm以上200μm以下であること、(2)請求項1記載の周期的な配向性の異なる領域、あるいは請求項2記載のストライプが、前記液晶の層方向と概略直行すること、(3)前記液晶が実質的に、2フレーム以上同極性の電圧を印加することで駆動されること。1フレームとは、1枚の画像を表示するのに必要となる時間で、通常の液晶表示装置の場合、16.7ミリ秒である。

* 【0015】また、請求項5に係る液晶表示装置において、本発明者らは、無閾値反強誘電液晶について鋭意検討した結果、液晶と異なる部材を液晶中に分散させることでヒステリシスがなく、かつ好ましくない遅い応答成分が解消し、高速・広視野角な反強誘電液晶素子とができるを見出し、本発明をなすに至ったものである。さらに、請求項5の発明において、固有にまたは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料は、中間調表示が可能なものであれば特に限定されるものではなく、単一の液晶材料に限らず2種類以上の液晶物質や液晶物質以外の物質を含む混合物でもよい。高速の応答速度を充分に確保する観点からは、粘性係数が小さいことが好ましい。自発分極の大きさは、応答速度に支障をきたさない範囲で小さいことが望ましい。また、液晶のスマートチックA相への転移温度T₁は、「T₁ > 60」℃が好ましく、さらに好ましくは、「T₁ > 80」℃である。また、液晶の固体への転移温度T_sは、「T_s < 5」℃、さらに好ましくは、「T_s < -10」℃である。代表的な無閾値反強誘電液晶材料の構造式を以下に示す：

【0016】

【化1】

20



本発明において液晶材料に分散させる部材としては、液晶に均一に分散し、液晶に対して安定である限り特に限

定されるものではない。十分なコントラストを確保する観点からは、平均直径が一对の基板間距離の1/2以下

であることが望ましい。さらには0.1μm以下である。また、同様にその平均屈折率が液晶のそれと等しいことが好ましい。部材を液晶に均一に分散させる観点からは、その比重が液晶のそれと等しいことが望ましい。部材の材質としては、無機酸化物や高分子を用いることができる。無機酸化物としては、酸化シリコン、酸化チタン、酸化アルミニウムなどを挙げることができる。数10nmから1μmの各種のものが入手可能である。

【0017】高分子としては、ポリスチレン、ステレンジビニルベンゼン共重合体、ポリメタクリル酸メチル、ポリアクリロニトリル、ポリブタジエン、ポリイソブレン、ポリ四フッ化エチレン、およびポリビニルアルコールなどの付加重合ポリマー；ナイロン66などのポリアミド類、ポリイミド類、ポリウレタン類、ポリエステル類、およびポリエーテルイミド類などの重縮合ポリマー；アラビアゴム、ゼラチン、天然ゴム、およびセルロースなどの天然ポリマーなどが挙げられる。数10nmから1μmのラテックス（天然ゴム）粒子は、ダウケミカル社などから入手が可能である。また、乳化重合法、ソープフリー重合法、ブサン重合法、潤滑シード重合法などの各種重合法から材質に適したものを選択して粒子を合成することも可能である。

【0018】本発明における液晶と液晶以外の部材からなる媒質の作製方法としては、互いに均一に混合している限り特に限定されるものではない。このようにして得られた媒質を基板間に挟持する方法は、基板間への注入など、用いた材料などに応じて適宜選択することができる。本発明の液晶表示装置において、上述したような液晶材料および液晶以外の部材を含む媒質に電圧を印加するための電極は、特に限定されるものではなく、例えばITO（インジウム スズ オキサイド）の薄膜が挙げられる。透明性が要求されない電極は、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、金、白金などの各種電極材料を用いることができる。また、基板上への電極を形成する際には、蒸着、スパッタリング、フォトリソグラフィなど通常の方法を採用することができる。

【0019】本発明の液晶表示装置において、上述したような液晶材料および液晶以外の部材を含む媒質を挟持するための基板としては、十分な強度と絶縁性を有し、少なくとも観測者側の基板が透明性を有している限り特に限定されるものではなく、例えばガラス、プラスチック、セラミックなどが挙げられる。なお、上述したような電極表面には配向膜として絶縁性薄膜を形成させることができが望ましい。配向膜の材料としては液晶材料に対する反応性や溶解性を持たず、電気的に絶縁性であり、液晶分子の配向性が良好であれば材質的に特に限定されるものではない。例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、環化ゴム、ノボラック樹脂、ポリエステル、ポリウレタン、アクリル樹脂、ビスフェノール樹脂またはゼラチンを感光性樹脂化したものを挙げることができるが、一般的にはネガ型の感光性ポリイミドが好ましい。

脂、ビスフェノール樹脂またはゼラチンなどの有機物、また、酸化シリコン、窒化シリコンなどの無機物を挙げることができる。配向膜は、各材料に適した任意の方法により形成させることができ、例えばスピンドルによる塗布、オフセット印刷、水面上に形成された単分子膜を電極基板上に写し取って積層し薄膜を形成させるラングミュア・プロジェット法などが挙げられる。

【0020】さらに、蒸着法を用いて形成してもよい。また、薄膜の厚さは、液晶層への電圧印加を十分行なうことができれば特に限定されるものではないが、低電圧駆動の観点から絶縁性を損なわない範囲において薄いことが望ましい。配向処理は、ラビングなどの方法で行なうことができる。良好な配向を得るために、異なる電極基板の配向膜のラビング方向を平行あるいはアンチ平行から数度ずらした、いわゆるクロスラビングを行なってもよい。また、一方の電極基板の配向膜のみをラビングしても構わない。

【0021】本発明において、一対の基板間の距離を制御するには、基板間にスペーサーを配置する。スペーサーとしては、通常行なわれるよう球状のものを基板面に散布してもよいし、あるいは、柱状体を基板上に一定間隔で形成してもよい。後者の場合には、基板組合せ時にスペーサー同士が近接する危険が少なく、面内に均一に分散させることができが可能である。このようなスペーサーのうち、基板に散布するスペーサー材料としては、絶縁性でかつ使用する液晶分子と反応あるいは溶解せず、基板上に安定に分散されるならば材質的に特に限定されるものではなく、例えば、ジビニルベンゼン、ポリスチレンなどの高分子、あるいは酸化アルミニウム、酸化シリコンなどの無機酸化物などを用いることができる。ここで用いられるスペーサーの微粒分布は、狭いことが望ましい。

【0022】一方、スペーサーとして柱状体を電極基板上に一定間隔で形成させる場合には、フォトリソグラフィーで用いられる通常の方法により行なうことができる。その材料としては、液晶材料に対する反応性や溶解性を持たず、電気的に絶縁性のポジ型またはネガ型の感光性樹脂などが挙げられる。例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、環化ゴム、ノボラック樹脂、ポリエステル、ポリウレタン、アクリル樹脂、ビスフェノール樹脂またはゼラチンを感光性樹脂化したものを挙げることができるが、一般的にはネガ型の感光性ポリイミドが好ましい。

【0023】我々は、無閾値反強誘電性液晶（TLA F）を鋭意検討した結果、このストライプドメインは、多くの無閾値反強誘電液晶（TLAF）で存在することを確認するとともに、ストライプドメイン境界の移動が原因で、電圧に対する液晶の光学応答に比較的遅い成分が存在し、これが画質劣化を引き起こすことを新たに見出した。さらに引き続き検討を重ねた結果、液晶中に液晶と異なる部材を分散させることで、ストライプドメイ

ン境界の移動を制御できること、また発生の抑制が可能であることを見出し、これにより光学応答の遅い成分が解消されることやヒステリシスが消失することを確認した。

【0024】本発明において、偏光板は材質的に特に限定されるものではない。液晶光学素子の良好なコントラストを確保するために、一对の偏光板の偏光面を平行にした場合の透過率が高く、偏光面を直角にした場合の透過率が低いことが望ましい。偏光板の基板への設置の際の偏光面の位置は、電圧-透過率の関係を考慮して適宜選択すればよい。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。図1ないし図5は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を説明するためのものである。まず、図2(a)および(b)に示す平面図および断面図により第1実施形態に係る液晶表示装置の全体構成について説明する。図2(a)に示すように、第1実施形態に係る液晶表示装置1は板状の形状を有し、その断面構成は、図2(b)に示すように、対向して配置された1対の基板2, 3と、基板2, 3間に挟まれた液晶6とで主に構成されている。

【0026】基板2と基板3と対向する面には、スイッチング素子7と、スイッチング素子7のソース電極と電気的に接続された画素電極4とがマトリックス状に配置されている。また、スイッチング素子7および画素電極4の上には、配向膜8が形成されている。基板3の基板2と対向する面には、カラーフィルタ層12、対向電極5、および配向膜9が順次積層されている。基板2, 3は、それぞれ電極4, 5が形成された面が対向するように配置されており、基板2, 3間の間隔はスペーサー13によって一定に保たれている。また、基板2, 3の電極4, 5が形成された面の裏面には、それぞれ偏光板10, 11が貼り付けられている。

【0027】図1に示すように、第1実施形態に係る液晶表示装置においては、基板2側の画素電極4は図1(a)に斜線を付したように形成されており、ゲート線16に平行するストライプ間隙部41の部分は画素電極が形成されないようになっている。また、基板3側の対向電極5は、図1(b)に示すように、電極形成範囲の全体にわたって電極が形成されている。なお、矢印31は層法線方向を示している。また、図1(a)の基板2はスイッチング素子7を形成した側から見た図であり、図1(b)の基板3はカラーフィルタ12を形成した側と反対の側(偏光板11を貼る側)から見た図である。また、四角のマーク18, 19は液晶セルを組み立てる際の位置決め用のものであり、基板2と基板3のマーク18および19同士が重なるように位置決めして液晶セルは組み立てられる。

【0028】この第1実施形態に係る液晶表示装置1は、上述したように画素電極4がストライプ状ITOにより構成されているが、この図1(a), (b)に示す液晶表示装置1は以下に示す方法により作成されている。まず、ガラス基板2上に、補助容量線15およびゲート線16を形成し、補助容量線15およびゲート線16をゲート酸化膜と酸化シリコン膜とを積層してなるゲート絶縁膜によって覆い、ゲート絶縁膜上にアモルファスシリコン薄膜からなる半導体薄膜を形成する。この半導体薄膜上にチャネル形成時に半導体薄膜を保護するための窒化シリコン膜からなるチャネル保護膜を形成した。次に半導体薄膜及びチャネル保護膜上に、それぞれオーミック層を介して半導体薄膜に電気的に接続されたソース電極、及び信号線17と一体的に形成されたドライン電極を形成した。

【0029】この基板上に、図1(a)のようにストライプ状間隙部41を除く斜線の範囲にITOによりストライプ状の画素電極4を形成した。なお、ソース電極は画素電極4と電気的に接続されている。ストライプは、ゲート線と平行になるようにした。ストライプの間隔は、ITO電極のある部分の幅を5μm、ITO電極のないストライプ部41の幅を0.5μmとした。画素電極4の最も外側にはITOが巡らされている。このようなストライプ状の画素電極4は、従来の画素電極用のフォトマスクの形状を、画素電極がストライプ状になるよう変更するだけでよく、アレイ作製のP/E/P数を増やすことはない。したがって、コストの増加なしに実現でき、歩留まりにも影響を与えないかった。

【0030】TFT素子7および画素電極4が、マトリックス状に形成されたガラス基板2と、カラーフィルタ層12、ブラックマトリックス、および対向電極5が形成されたガラス基板3上の、それぞれ電極4, 5が形成された面に、配向膜として可溶性ポリイミド(日本合成ゴム社製AL-1051)をオフセット印刷した。これを、ホットプレートを用いて90°Cで3分間、さらにN₂オーブン中で180°Cで30分間焼成した。

【0031】次に、基板2, 3上の配向膜8, 9をラビング処理した。図1(a)に示すように、液晶の層法線方向31がストライプと平行に、つまり、液晶の層方向40がストライプと直交するようにラビング処理を行なった。具体的には、ガラス基板2のラビング方向をストライプと5°をなすようにし、ガラス基板3のラビング方向を対向させたときにストライプと-5°をなすように行なった。この方法はクロスラビングと呼ばれ、これにより、ガラス基板2, 3のそれぞれの表面上で液晶の層法線方向31を一致させ、かつ層法線方向31をストライプと平行にすることができる。

【0032】また、液晶ラビング布にはレーヨン製で毛先の直径が0.1~1.0ミクロンのものを使用した。ラビング条件はローラ回転数500 rpm、基板移動速度

20 mm/s、押し込み量0.7 mmとし、ラビング回数は1回である。ラビング後、中性の界面活性剤を主成分とする水溶液で洗浄し、ラビング布から付着した汚れ（ラビング布の毛など）を除去した。

【0033】次に、ガラス基板2の配向膜8を形成した面に、スペーサ粒子（直径2 μm）を散布した。また、ガラス基板3の配向膜9を形成した面の周辺部には、紫外線硬化性シール剤を印刷した。これらガラス基板2、3を、配向膜8、9が形成された面が対向するように貼り合わせた。これを加圧状態で紫外線を当てシール剤を硬化させ、さらに160°Cで1時間加熱することにより、セルギャップ2 μmの液晶セルを形成した。このセルを真空チャンバー内に配置し、液晶セル内を真空とした後、液晶セルの周辺部に予め形成しておいた注入口から、120°Cに加熱して等方相とした無閾値反強誘電性液晶組成物（相系列：固体相→-30°C→スマクティックC相→80°C→スマクティックA相→85°C→等方相、コーン角は30°）を注入した。注入後、注入口をエポキシ系接着剤で封止した。この液晶セルの両主面（配向膜8、9を形成した面の裏面）に、偏光板10、11を貼付した。なお、基板2には偏光板の透過軸が液晶の層法線方向と平行になるように偏光板を貼り、基板3には偏光板の透過軸が液晶の層法線方向と垂直になるように偏光板を貼付した。

【0034】以上のようにして、対角の長さが15インチの液晶表示素子を作成した。この液晶表示素子に、ドライバーICなどの駆動回路を実装し、バックライト付きベゼルに入れて液晶表示装置1を構成した。この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察した。画素電極のITOが無い部分は、液晶分子に電圧が印加されないため、画素電極のITOがある部分とは液晶配向を異にしていた。このため、“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を、画素電極のITOが無い部分が止めることができ、“遅い応答”を0.3%まで減少させることができた。また、画素電極のITOが無い部分が層の歪みを吸収する役割を果たしていた。この液晶表示装置を反転周期6秒の擬似直流駆動したところ、応答速度が速くなると共に、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかった。

【0035】上記のような構成を有する液晶表示装置1において、基板2、3としてはガラスあるいはプラスティックなどからなる透明基板を用いることができ、電極4、5としては、例えばITOなどからなる透明導電膜を用いることができる。また、配向膜8、9に用いられる材料としては、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ベンゾシクロブテンポリマー、ポリシラン、ポリアミド、エポキシ樹脂、ポリビニル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリアクリルイミド、ポリエス

テル、ポリウレタン、ポリフロロエチレンポリアクリロニトリル、ポリイソブレン、ポリブタジエン、酸化シリコン、窒化シリコンなどを挙げることができる。

【0036】また、液晶6に用いられるものとして、強誘電性液晶（FLC）、反強誘電性液晶（AFLC）、無閾値反強誘電性液晶（TLAF）、DHF、捻れFLC、およびAPDのように、固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料を挙げることができる。基板3の対向電極5が形成された面には、カラーフィルタ層12の他に、クロムや黒色顔料を分散させた樹脂からなるブラックマトリックスを設けてもよい。また、カラーフィルター層12と対向電極5との間に、アクリル、ベンゾシクロブテンポリマー、ポリイミドなどを用いて平坦化樹脂層を形成してもよい。

【0037】上記液晶表示装置1に設けられるスイッチング素子7は、例えば、図3に示すように構成される。図3は本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置1に用いられるスイッチング素子の一例を概略的に示す平面図である。図3に示すように、基板2上には、補助容量線15およびゲート線16が形成されている。補助容量線15およびゲート線16は、ゲート酸化膜と酸化シリコン膜とを積層してなるゲート絶縁膜によって覆われ、ゲート絶縁膜上にはアモルファスシリコン薄膜からなる半導体薄膜が形成されている。この半導体薄膜上にはチャネル形成時に半導体薄膜を保護するための窒化シリコン膜からなるチャネル保護膜が形成されている。半導体薄膜及びチャネル保護膜上には、それぞれオーミック層を介して半導体薄膜に電気的に接続されたソース電極、および信号線17と一緒に形成されたドレイン電極が配置されている。また、ソース電極は画素電極4と電気的に接続されている。上述のように形成されるスイッチング素子（TFT）7、ゲート線16、信号線17、および画素電極4は、酸化シリコンあるいは窒化シリコンの保護膜によって被覆されている。このように、信号線17や画素電極4などを保護膜で被覆することで、対向電極5との間での電気的短絡を防ぐことができる。

【0038】次に本発明の原理について説明する。上述したように、固有に自発分極を有する、あるいは電圧の印加により自発分極が誘起される液晶材料を用いた従来の液晶表示装置は、期待されるほどの高い応答速度が得られない場合がある、表示が焼き付いて見える場合がある、あるいは長時間使用するとコントラストが低下する場合があるという問題を有している。無閾値反強誘電性液晶、DHF液晶、APDなど、自発分極を有しかつ中间調表示可能な液晶を用いた液晶表示装置について、本発明者達はその応答速度や電気光学特性を調べ、また、偏光顕微鏡によって液晶の配向状態を観察したところ以下のよう共通する性質を見い出した。すなわち、

(1) ストライプ状ドメインの伸縮に由来する応答の遲

い成分が存在する、(2)長時間液晶分子を駆動すると、液晶の層構造が乱れ、配向劣化を生じ、コントラストが低下する、という2点である。

【0039】以下に、ストライプ状ドメインの伸縮に由来する応答の遅い成分について説明する。図20に示す液晶表示装置について、基板101に透過軸が層法線方向106と平行になるように偏光板を設け、基板102に透過軸が層法線方向106と垂直になるように偏光板を設ける。この従来の液晶表示装置(ITOをストライプ状に形成すること以外の製造方法は第1実施形態の液晶表示装置と同じ)に、図4(a)に示すように、 $t < 0$ では液晶に電圧を印加せず、 $t \geq 0$ で液晶に飽和電圧未満の電圧(中間調が表示される)が印加されるとすると、図4(b)のようになる。 $t = 0$ から10(ミリ秒)の間に光透過率は急激に増加し、光透過率は91%に達する。 $t = 10$ (ミリ秒)以降は光透過率は緩やかに増加し続ける。このように、自発分極を有しかつ中間調表示可能な液晶分子の光学応答は、数~10ミリ秒で完結する“早い応答”と、数秒以上に渡って変化し続ける“遅い応答”的2つの成分に分けられる。電圧印加時の光学応答測定と同時に、偏光顕微鏡とビデオを用いて液晶のテクスチャ(配向状態)を観察を行なったところ、以下のことがわかった。 $t = 10$ (ミリ秒)以降の光透過率は緩やかに増加している、すなわち液晶の“遅い応答”期間では、液晶の層と平行にストライプ状ドメインの伸縮が観察された。1本1本のストライプ状ドメインの光透過率が、互いに数%程度異なるため、このドメインの伸縮により画素全体の透過率が変化して見える。ストライプ状ドメインの境界の移動速度は、約1~約10μm/秒と非常に遅い。これが原因で、数秒~数十秒も光透過率が変化し続ける“遅い応答”が、生じることがわかった。なお、ストライプ状ドメインの幅は約0.5μm、長さは約10~約100μmであった。

【0040】遅い応答の発生原因としては、上述したストライプ状ドメインの伸縮以外にも「配向膜と液晶に分配される電圧比の変化」が影響するものと考えられる。これは、N.Manabe達により、“International Workshop on Active-matrix Liquid-crystal Displays (AML CD) '98”的Digest of Technical Paperの第237頁に開示されている。しかし、本発明者達の液晶表示装置は、 ε_{1c} (液晶の比誘電率)× ρ_{1c} (液晶の抵抗率) = ε_{1c} (配向膜の比誘電率)× ρ_{1c} (配向膜の抵抗率)…①となるように、液晶材料および配向膜材料を選択している。あるいは、材料の選択だけで上記①の関係が得られない場合には、液晶材料に導電性微粒子を添加して、上記①の関係となるように ρ_{1c} を調整している。したがって、「配向膜と液晶に分配される電圧比の変化」に起因する遅い応答は本発明においては除去されている。遅い応答が存在すると、液晶表示装置の画質

としては以下のような問題が発生している。まず、直流駆動、あるいは擬似直流駆動(特願平8-235571あるいはInternational Workshop on Active-matrix Liquid-crystal Displays (AML CD) '97のDigest of Technical Papersの119ページ記載の駆動方法)を行なった場合の問題点について述べる。なお、擬似直流駆動の場合、10秒程度に1回極性反転を行なうものとする。中間調を表示した場合、“遅い応答”的に応答速度が低下するので、ビデオのような動きの速い映像を表示すると、残像が見え表示品位が低下する。

【0041】また、はじめに画素群Aで黒を表示し、画素群Bで灰色を表示する。5秒後、画素群A、Bともに灰色を表示すると、画素群Aより画素群Bのほうが光透過率が高くなり、画素群Aの表示が焼き付いて見える。交流駆動の場合は、極性反転周期が短いために焼き付きは視認されない。しかしながら、“遅い応答”的に応答速度が低下し、DVDのような著しく動きの速い映像を表示すると、残像が見え表示品位が低下する。上述した、ストライプ状ドメインの伸縮による“遅い応答”的諸問題を解決するために本発明では、液晶の層方向と交わる、つまり、ストライプ状ドメインと交差するように、各画素領域内に周期的な配向性の異なる領域を設けている。以下にこの効果を説明する。

【0042】図4(c)に、図4(a)の電圧を本発明の液晶表示装置に加えたときの光透過率の変化を示す。なお、画素電極を図1に示すように、液晶の層法線方向と平行なストライプ(ITO電極のある部分5μm幅、ITO電極のない部分0.5μm幅の周期とする)とすることで、周期的な配向性の異なる領域を設けた。図4(b)に示すように、従来の液晶表示装置(画素電極がストライプ状となっていない)の光透過率は数10ミリ秒以降も上昇を続けている(この場合、 $t = 10$ ミリ秒の輝度が91%、 $t = 10$ 秒の輝度が100%であるので、その差をとって遅い応答は9%とみなす)。一方、図4(c)のように、本発明の液晶表示装置は、数10ミリ秒以降の光透過率は僅かとなり、遅い応答を0.3%まで減少させることができた。以下にこの理由を述べる。なお、遅い応答は1%以下であれば、視認することができず実用上問題とはならない。

【0043】ストライプ状ドメインの伸縮は、層内の液晶分子配列の不連続(欠陥)の部位を解消しようと、層内の液晶分子が次々と回転することによって生じていると考えられる。この液晶分子の回転の伝播を、周期的に設けた配向性の異なる領域で止めることができると考えられる。

【0044】次に、長時間液晶表示装置を駆動した場合のコントラストの低下について述べる。3000時間駆動してコントラストの低下した従来の液晶表示装置について液晶分子の配列を観察した。その結果、液晶の層構

造に乱れ生じているため、液晶の配向が劣化し、コントラストの低下が生じていたことがわかった。スメクティックC相では、液晶分子が層に対して傾いているために、スメクティックA相より液晶の密度が小さい。液晶の温度を下げてスメクティックA相からC相に移転すると、層間隔が短くなろうとする力が働き、この力が歪みとなって液晶分子間に残存している。このため、長時間液晶表示装置を駆動すると、この歪みが原因となって層が乱れると推測される。本発明の液晶表示装置のように、各画素領域内に周期的な配向性の異なる領域を設けると、この配向性の異なる領域の境界部で層が折れ曲がる。この層の折れ曲がりは、上述の歪みを吸収することができる。その結果、図5(a)に示すように、本発明の液晶表示装置を10000時間連続駆動しても、従来の液晶表示装置のように液晶の層が乱れたり、コントラストが低下したりすることはなかった。

【0045】これまで述べてきたような、応答速度向上、焼き付き防止、及びコントラスト低下防止の効果を十分得るには、各画素領域内に設ける周期的な配向性の異なる領域の周期を0.1μm以上、200μm以下とすることが好ましい。その理由は遅い応答を1%以下の仕様とすると、図5(c)より200μm以下の製造プロセス上の制約から0.1μm未満は難しいからである。また、液晶表示装置を極性反転周期0.1秒以上5秒未満の擬似直流駆動で駆動する場合、あるいは、それ以外の駆動であっても50°C以上の温度範囲で使用する場合は、配向性の異なる領域の周期を0.1μm以上、50μm以下とすることが好ましい。さらに、液晶表示装置を直流駆動や、極性反転周期5秒以上の擬似直流駆動で駆動する場合、あるいは、それ以外の駆動であっても60°C以上の温度範囲で使用する場合、配向性の異なる領域の周期を0.1μm以上、25μm以下とすることが好ましい。図5(b)にはストライプと液晶の層方向のなす角と、遅い応答との相関が百分比により示されており、図5(b)に示すように、90°が最も好ましいが遅い応答を1%以下の仕様と考えれば60°以上が好ましい角度である。また、図5(c)にはストライプの周期と遅い応答との相関が百分比により示されている。

【0046】また、配向性の異なる領域を画素電極を除去するなどして設けた場合、その領域は非表示領域となる。この領域が大きいほど画素内で有効な表示領域が狭くなるので、なるべくこの領域の幅が狭いことが好ましい。配向性の異なる領域は、
 ①ITO電極を除去する、②ラビング処理を施さない、
 ③ラビング処理条件を変える、④配向膜を除去する、⑤ラビング処理した配向膜を覆うようなパターンを形成する、⑥紫外線などエネルギー照射によって配向膜表面の極性や形状を変える、等により形成することが可能である。

10

20

30

40

50

【0047】なお、上述した第1実施形態に係る液晶表示装置においては、スイッチング素子7を設けた基板2側の画素電極4にストライプ状間隙部41を形成することにより、画素電極4をストライプ状としたが、本発明はこれに限定されず、図6(a)および図6(b)に示す第2実施形態に係る液晶表示装置のように、画素電極4はストライプを設けることなく領域全体を電極4として形成し、カラーフィルタ12側が設けられる基板3側に形成される対向電極5にストライプ部51を形成することにより、対向電極5をストライプ状の電極としても同様な効果を得ることができる。また、ストライプ状に形成する電極は、第1および第2実施形態のように、画素電極4または対向電極5の何れか一方に限定されず、図7に示す第3実施形態に係る液晶表示装置のように、図1(a)に示す画素電極4と、図6(b)に示す対向電極5の両方をストライプ状に形成するようにしても良い。図7(a)に示す画素電極4のストライプ状間隙部41と、図7(b)に示す対向電極5のストライプ状間隙部51とはそれぞれが互い違いにストライプ状間隙部の間に位置するように配置されている。このように構成することにより、両電極における配向特性をより異ならせることができる。

【0048】なお、上述した第1ないし第3実施形態に係る液晶表示装置は、何れも層法線方向31がゲート線16に平行すると共に、この層法線方向31に平行する方向にストライプ41または51を形成するようになっていたが、本発明はこれにも限定されず、図8に示す第4実施形態のように、層法線方向31を信号線17方向とともに、画素電極4のストライプ歩41の方向を層法線方向31に平行するように形成しても良い。この第4実施形態に係る液晶表示装置は、対向電極がストライプ状ITOであり、かつ、コモンショート防止構造を有している。

【0049】この第4実施形態に係る液晶表示装置の製造方法について説明する。なお、ストライプを形成するまでの工程は図2(a)(b)を用いて説明した第1実施形態の液晶表示装置と同様である。すなわち、ガラス基板2上に、補助容量線15及びゲート線16を形成し、補助容量線15及びゲート線16を、ゲート酸化膜と酸化シリコン膜とを積層してなるゲート絶縁膜によって覆い、ゲート絶縁膜上にアモルファスシリコン薄膜からなる半導体薄膜を形成した。この半導体薄膜上にチャネル形成時に半導体薄膜を保護するための窒化シリコン膜からなるチャネル保護膜を形成した。次に半導体薄膜及びチャネル保護膜上に、それぞれオーミック層を介して半導体薄膜に電気的に接続されたソース電極、及び信号線17と一体的に形成されたドレイン電極を形成した。図8(a)に示すように、この基板2上にストライプ間隙部41を有する斜線部のような画素電極4をITOにより形成した。なお、ソース電極は画素電極4と電

気的に接続されている。ストライプ間隙部41は、信号線17と平行になるようにした。画素電極4におけるストライプの間隔は、ITO電極のある部分の幅を10μm、ITO電極のない部分（ストライプ間隙部41）の幅を1μmとし、画素電極4の最も外側にはITOが巡らされている。

【0050】TFT素子7及び画素電極4がマトリックス状に形成されたガラス基板2と、カラーフィルタ層12、ブラックマトリックス、及び対向電極5が形成されたガラス基板3上の、それぞれ電極4、5が形成された面に、配向膜として可溶性ポリイミド（日本合成ゴム社製AL-1051）をオフセット印刷した。これをホットプレートを用いて90°Cで3分間、さらにN2オーブン中で180°Cで30分間焼成した。次に、基板2および3上の配向膜8、9をラビング処理した。図4に示したように、液晶の層法線方向がストライプと平行に、つまり、液晶の層方向がストライプと直交するようにラビング処理を行なった。具体的には、ガラス基板2のラビング方向をストライプの方向と10°をなすようにし、ガラス基板3のラビング方向を対向させたときにストライプの方向と-10°をなすようにしてラビング処理を行なった。この方法はクロスラビングと呼ばれ、これにより、ガラス基板2、3のそれぞれの表面上で液晶の層法線方向31を一致させ、かつ層法線方向31をストライプと平行にすることができる。また、液晶ラビング布は、レーヨン性で毛先の直径が0.1~1.0ミクロンのものを使用した。ラビング条件は、ローラ回転数を500rpm、基板移動速度を20mm/s、押し込み量を0.7mmとし、ラビング回数は1回とした。ラビング後、中性の界面活性剤を主成分とする水溶液で洗浄し、ラビング布から付着した汚れ（ラビング布の毛など）を除去した。

【0051】次に、第1実施形態と同様の工程によりセルギャップ2μmの液晶セルを形成した。このセルを真空チャンバー内に配置し、液晶セル内を真空とした後、液晶セルの周辺部に予め形成しておいた注入口から、120°Cに加熱して等方相としたDHF液晶組成物（相系列：固体相→-30°C→スマクティックC相→80°C→スマクティックA相→85°C→等方相、コーン角は30°）を注入した。注入後、注入口をエボキシ系接着剤で封止し、第1実施形態と同様に、液晶表示装置1を製造した。

【0052】この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察した。画素電極のITOが無い間隙部分は、液晶分子に電圧がかからないため、画素電極のITOがある部分とは液晶配向を異にしていた。このため、“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を、画素電極のITOが設けられていない間隙部分により止めることができ、“遅い応答”を0.5%まで減少させることができた。また、画素電極のITOが無い部分が層の

歪みを吸収する役割を果たしていた。この液晶表示装置を交流駆動したところ、応答速度が速く、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかつた。

【0053】上述した第4実施形態においては、スイッチング素子を設けた基板側の画素電極4をストライプ状としたが、本発明はこれにも限定されず、図9に示す第5実施形態に係る液晶表示装置のように、カラーフィルタ12側の基板3上に形成される対向電極5に、ストライプ部51を形成するようしても、同様な効果を得ることができる。この第5実施形態の場合、基板3上の対向電極5について、基板2と組み合わせたときにTFT素子7及び信号線17と対向する部分は、電気的短絡防止のために、対向電極5が除去されている。この除去はPEP工程で行なわれているが、このとき、図9(b)のようなストライプ状の対向電極5となるようなフォトマスクを用いれば、工程数を増加させることなく本発明を実施することができる。なお、第1実施形態と第2実施形態を組み合わせた第3実施形態のように、第4実施形態と第5実施形態とを組み合わせ、図8(a)のストライプ間隙部41を有する画素電極4と、図9(b)のストライプ間隙部51を有する対向電極5とにより液晶表示装置を構成するようにしても良い。

【0054】なお、上述した第1ないし第5実施形態に係る液晶表示装置はどれも電極領域の周囲には画素電極4が形成されていたが、本発明はこれに限定されず、図10に示す第6実施形態に係る液晶表示装置のように、画素電極4をEの字状または櫛の歯状の電極として形成するようにしても良い。図10(a)において、画素電極4の信号線17が設けられている側とは逆の縁部は、図1(a)のストライプ間隙部41が信号線17と反対側の側部側に突き抜けたようなストライプ間隙部42となっている。

【0055】この第6実施形態に係る液晶表示装置の製造方法を説明する。まず第1実施形態と同様の方法により、TFT素子7を形成した。この基板上にITOにより画素電極4を図10(a)の斜線部のように形成した。なお、ソース電極は画素電極4と電気的に接続されている。ストライプは、ゲート線と平行になるようにした。ストライプの間隔は、ITO電極のある部分の幅を5μm、ITO電極のない部分の幅を0.5μmとした。画素電極のTFT素子から遠い方の長辺は、最も外側にITOを設けなかった。しかし、これによる配線抵抗の増加などの影響はなかった。TFT素子7及び画素電極4がマトリックス状に形成されたガラス基板2と、カラーフィルタ層12、ブラックマトリックス、および対向電極5が形成されたガラス基板3上の、それぞれ電極4、5が形成された面に、第1実施形態と同様の方法

により配向膜を形成した。

【0056】次に、基板2、3上の配向膜8、9をラビング処理した。図10に示したように、液晶の層法線方向がストライプと平行に、つまり、液晶の層方向がストライプと直交するようにラビング処理を行なった。具体的には、ガラス基板2およびガラス基板3のラビング方向をストライプと平行とした。このような構成のセルを真空チャンバー内に配置し、液晶セル内を真空とした後、液晶セルの周辺部に予め形成しておいた注入口から、120°Cに加熱して等方相としたAPD液晶組成物(相系列：固体相→-30°C→スマクティックC相→80°C→ネマチック相→85°C→等方相、コーン角は30°)を注入した。注入後、注入口をエポキシ系接着剤で封止した。その後、第1実施形態と同様にして液晶表示装置1を形成した。

【0057】この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察した。画素電極のITOが設けられていない間隙部分は、液晶分子に電圧がかからないため、画素電極のITOがある部分とは液晶配向を異にしていた。このため、“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を、画素電極のITOが設けられていない間隙部分により止めることができ、“遅い応答”を0.3%まで減少させることができた。また、画素電極のITOが無い部分が層の歪みを吸収する役割を果たしていた。この液晶表示装置を交流駆動したところ、応答速度が速く、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかった。

【0058】なお、上述した第1ないし第6実施形態に係る液晶表示装置においては、液晶の層法線方向を画素電極4または対向電極5に形成されたストライプと平行ないしは直交させて液晶を形成するものとして説明したが、本発明はこのような構成に限定されず、図11に示す第7実施形態に係る液晶表示装置のように、電極に形成されるストライプと層法線方向とが所定の角度を有するようにして形成しても良い。

【0059】このような第7実施形態に係る液晶表示装置の製造方法について説明する。まず、第1実施形態と同様の方法により基板を形成し、この基板上にITOにより画素電極4を図12(a)の斜線部のように形成した。なお、ソース電極は画素電極4と電気的に接続されている。ストライプは、ゲート線と平行になるようにした。ストライプの間隔は、ITO電極のある部分の幅を20μm、ITO電極のない部分の幅を1.5μmとした。画素電極の最も外側にはITOが巡らされている。その後、第1実施形態と同様の方法により液晶表示装置を作成した。但し、ラビング方向はストライプ間隙部51と平行とされている。この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察したところ、対向電極のITOが設けられてい

ない間隙部分では液晶分子に電圧がかからないため、対向電極のITOがある部分とは液晶配向を異にしていた。このために、“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を、対向電極のITOが設けられていない部分により止めることができ、“遅い応答”を0.6%まで減少させることができた。また、対向電極5におけるITOが設けられていない部分が層の歪みを吸収する役割を果たしていた。この液晶表示装置を交流駆動したところ、応答速度が速く、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかつた。この第7実施形態に係る液晶表示装置では、カラーフィルタを設けた側の基板上の対向電極5にストライプ間隙51を設けることによりストライプ状電極としたが、スイッチング素子7を設けた基板側の画素電極4をストライプ状電極としても、同様な効果を得ることができた。

【0060】この第7実施形態に係る液晶表示装置においては、ストライプ間隙部51の延長方向とラビング方向を一致させたために、従前の実施形態に係る液晶表示装置の3倍のラビング長さで強くラビングしても、ラビング時に配向膜が剥離することなく、また、層法線方向31がゲート線16と平行でないために液晶表示装置1の視角特性が左右対称ではないとはいえ、実際の使用に際して特に問題となることはなかった。

【0061】次に、画素電極または対向電極の何れかにストライプを設けると共に、ラビングを行なわないようにした第8実施形態について、図12を参照しながら説明する。この第8実施形態に係る液晶表示装置は、図12に示すように、対向電極5は全面にわたってITOが形成され、ラビングが施されていないストライプ状のパターン52を有している。このような構成を有する液晶表示装置の製造方法について以下に説明する。まず、第1実施形態と同様の方法により基板を形成し、この基板上にITOにより画素電極4を図12(a)に斜線で示すように形成した。なお、ソース電極は画素電極4と電気的に接続されている。TFT素子7および画素電極4がマトリックス状に形成されたガラス基板2と、カラーフィルタ層12、ブラックマトリックス、および対向電極5が形成されたガラス基板3上の、それぞれ電極4、5が形成された面に、配向膜として可溶性ポリイミド(日本合成ゴム社製AL-1051)をオフセット印刷した。これを、ホットプレートを用いて90°Cで3分間、さらにN2オーブン中で180°Cで30分間焼成した。配向膜9を形成した基板3上に環化ゴム系ネガ型レジストを用いて、図12(b)に示すように、ストライプ状のパターン52を形成した。次に、基板2、3上の配向膜8、9をラビング処理した。図12に示したように、液晶の層法線方向31がストライプ状のパターン5

2と平行となるように、すなわち、液晶の層方向がストライプと直交するようにラビング処理を行なった。具体的には、ガラス基板2のラビング方向をストライプと5°をなすようにし、ガラス基板3のラビング方向を対向させたときにストライプと-5°をなすように行なった。

【0062】また、液晶ラビング布にはレーヨン製で毛先の直径が0.1~10ミクロンのものを使用した。ラビング条件はローラ回転数500rpm、基板移動速度20mm/s、押し込み量0.7mmとし、ラビング回数は1回である。ラビング後に、中性の界面活性剤を主成分とする水溶液で洗浄し、ラビング布から付着した汚れ（ラビング布の毛など）を除去した。次に、ラビング処理した基板3を剥離液に浸して環化ゴム系ネガ型レジストを除去した。これにより、配向膜9にはストライプ状にラビング処理されていないストライプ領域52を形成することができた。なお、このストライプ領域52の幅は0.5μm、ストライプ領域の周期は5.5μmとした。

【0063】次に、第1実施形態と同様の方法によりセルギャップ2μmの液晶セルを作成して、このセルを真空チャンバー内に配置して液晶セル内を真空とした後、液晶セルの周辺部に予め形成しておいた注入口から120°Cに加熱して等方相とした無閾値反強誘電性液晶組成物（相系列：固体相→-30°C→スマクティックC相→80°C→スマクティックA相→85°C→等方相、コーン角は30°）を注入した。注入後、第1実施形態と同様にして液晶表示装置1を作成した。この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察した。対向電極上のラビング処理がされていない図12(b)のストライプ部分52は、対向電極上のラビング処理がある部分とは液晶配向を異にしていた。このため、対向電極上のラビング処理がされていない部分が、“遅い応答”の原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を止めることができ、これにより“遅い応答”を0.3%までに減少させることができた。また、ラビング処理が施されないことによって生じた液晶配向の異なる領域が、層の歪みを吸収する役割も果たしていた。

【0064】この液晶表示装置を反転周期6秒の擬似直流を供給して駆動したところ、応答速度が速く、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかった。この第8実施形態に係る液晶表示装置においては、カラーフィルタを設けた側の基板上のラビング処理を施す領域をストライプ領域52としたが、スイッチング素子を設けた基板2側の画素電極4にストライプ状のラビングを施さない領域を設けるようにしても、同様な効果を得ることができる。

【0065】次に、本発明の第9実施形態に係る液晶表

示装置について説明する。なお、この第9実施形態においては、その製造工程は第8実施形態とは異なるが、ストライプ領域に配向膜が形成されていない点では第8実施形態と同様の構成となっているので、第8実施形態と同様に図12を用いて説明する。この第9実施形態に係る液晶表示装置は、ストライプ領域にP1がない場合である。図12において対向電極5にはゲート線16に沿ったP1の無いストライプ領域53が複数本形成されている。

【0066】上記構成の第9実施形態に係る液晶表示装置の製造方法について説明する。まず、第1実施形態と同様の方法によりガラス基板を形成する。このガラス基板2および3上のそれぞれ電極4、5が形成された面上に、配向膜として可溶性ポリイミドをオフセット印刷した。これを、ホットプレートを用いて90°Cで3分間、さらにN2オーブン中で180°Cで30分間焼成した。配向膜9を形成した基板3上に環化ゴム系ネガ型レジストを用いて、図7の71を開口部とするパターンを形成した。この基板3をアーチロラクトン中に3分間浸

し、図12(b)のストライプ領域53の部分の配向膜をエッティングにより除去した。この基板3を剥離液に浸し、環化ゴム系ネガ型レジストを取り除いた。これにより、基板5上には、ストライプ状に配向膜が設けられていないストライプ領域53を形成することができた。なお、ストライプ領域53の幅は0.5μm、ストライプ領域の周期は5.5μmとした。

【0067】次に、第1実施形態に係る液晶表示装置の製造方法と同様の方法により、ラビング処理等を施して液晶表示装置を作成した。この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察したところ、対向電極上の配向膜の無い部分は、対向電極上の配向膜がある部分とは液晶配向を異にしていた。このため、“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を、対向電極上の配向膜が無い部分が止めることができ、“遅い応答”を0.3%まで減少させることができた。また、配向膜の除去によって生じた液晶配向の異なる領域が、層の歪みを吸収する役割を果たしていた。この液晶表示装置を反転周期6秒の擬似直流駆動したところ、応答速度が速く、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。

また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかった。なお、この第9実施形態においても、カラーフィルタを設けた側の基板上の配向膜をストライプ状としたが、本発明はこれに限定されず、スイッチング素子を設けた基板側の配向膜をストライプ状としても、同様な効果を得ることができる。

【0068】次に、何れかの電極にストライプ状の突起壁を形成するようにした第10実施形態に係る液晶表示装置について、やはり図12を転用しながら説明する。この第10実施形態に係る液晶表示装置は、図12

(b) に示すように、対向電極5側にストライプ状の突起壁5.4が形成されている。この突起壁も第8実施形態のラビングが設けられていない領域5.2および第9実施形態のP.I.によりラビングが設けられていないストライプ領域5.3と構造としては同一位置に設けられている。

【0069】次に、第10実施形態に係る液晶表示装置の製造方法について、図12(a)および(b)を参照しながら説明する。まず、第1実施形態に係る液晶表示装置の製造方法と同様の方法によりガラス基板を作成し、その上に第1実施形態に係る方法と同様にして配向膜9を形成した。この配向膜9を形成した基板3上に感光性シクロブテンポリマー(BCB)を用いて、図12(b)に示すように、高さ1μmのストライプ状突起壁5.4のようなラビング処理した配向膜を覆うパターンを形成した。このストライプ状突起壁の幅は0.5μmであり、その周期は5.5μmとした。次に、第1実施形態と同様の方法により、ガラス基板2の配向膜8を形成し、以後、同様の工程を経て、液晶表示装置を作成した。

【0070】この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察したところ、対向電極5上のBCBパターンが形成された部分は、対向電極5上のBCBが形成されていないストライプ状突起壁5.4とは液晶配向を異にしていた。このため、対向電極5に形成されたBCBの無いストライプ状パターンが“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を止めることができ、“遅い応答”を0.3%で減少させることができた。また、BCBパターンによって生じた液晶配向の異なる領域が、層の歪みを吸収する役割を果たしていた。この液晶表示装置を反転周期6秒の擬似直流駆動したところ、応答速度が速く、残像がなく、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は生じなかった。この第10実施形態に係る液晶表示装置は、カラーフィルタを設けた側の基板3上のラビング処理を施す電極5の領域にストライプ状突起壁5.4を設けるものとして説明したが、スイッチング素子7を設けた基板2側にストライプ状突起壁5.4を形成しても、同様な効果を得ることができる。

【0071】次に、ITOを2層とし画素を上置きとしたベタITO-Csに関する第11実施形態について、図1を流用しながら説明する。まず、ガラス基板2上に、図13に示すスイッチング素子を形成した。具体的には、まずITO補助容量電極11.3を形成し、絶縁膜11.4で被覆した。この上にゲート線1.6を形成した。ゲート線1.6を、ゲート酸化膜と酸化シリコン膜とを積層してなるゲート絶縁膜11.5によって覆い、ゲート絶縁膜上にアモルファスシリコン薄膜からなる半導体薄膜11.6を形成した。この半導体薄膜上にチャネル形成時に半導体薄膜を保護するための窒化シリコン膜からなる

チャネル保護膜11.7を形成した。次に半導体薄膜及びチャネル保護層上に、それぞれオーミック層11.9を介して半導体薄膜に電気的に接続されたソース電極11.8、及び信号線1.7と一体的に形成されたドレイン電極12.0を形成した。

【0072】この基板上にITOにより画素電極4を図1(a)の斜線部のようにストライプを備えるように形成した。なお、ソース電極は画素電極4と電気的に接続されている。ストライプの方向は、ゲート線と平行になるようにした。ストライプの間隔は、ITO電極のある部分の幅を195μm、ITO電極のない部分の幅を5μmとした。画素電極の最も外側にはITOが巡らされている。スイッチング素子及び画素電極4が形成された基板2上に窒化シリコン膜からなる保護層12.1を形成し、対向電極との間の電気的短絡やイオン性不純物の液晶への流出を防いだ。TFT素子7及び画素電極4がマトリックス状に形成されたガラス基板2と、カラーフィルター層12、ブラックマトリックス、及び対向電極5が形成されたガラス基板3上の、それぞれ電極4、5が形成された面に、配向膜として可溶性ポリイミド(日本合成ゴム社製AL-1051)をオフセット印刷した。これを、ホットプレートを用いて90°Cで3分間、さらにN2オープン中で180°Cで30分間焼成した。

【0073】次に、第1実施形態に係る液晶表示装置の製造方法と同様の方法によりラビング処理等を行なって液晶表示装置を作成した。この液晶表示装置を偏光顕微鏡上で観察したところ、画素電極のITOが無い部分は、液晶分子に電圧がかからないため、画素電極のITOがある部分とは液晶配向を異にしていた。このため、“遅い応答”原因であるストライプ状ドメインの境界部分の移動を、画素電極のITOが無い部分が止めることができ、“遅い応答”を1%まで減少させることができた。また、画素電極のITOが無い部分が層の歪みを吸収する役割を果たしていた。この第11実施形態の場合ITOが無い部分の幅が5μmと比較的太いために、この部分からの光り抜けの問題が生じた。対向電極側の基板5に、このITOが無い部分と対向する領域にブラックマトリックを設けることで、光り抜けを防止することができる。しかし、本実施例のような補助容量電極が画素電極の下に形成されている場合は、この補助容量電極と対向電極の間に電圧を印加し、液晶分子を電圧印加配向処理することが有効である。これを行なうことにより、画素電極のITOが設けられていない部分も電圧印加により配向処理され、均一な液晶配向が得られる。そのため、この部分の光り抜けを防止することができる。

【0074】この液晶表示装置を反転周期6秒の擬似直流駆動したところ、応答速度が速くなると共に、残像がなく、また、焼き付きのない表示画像を得ることができた。また、45°Cにおいて3000時間以上の駆動試験を行なったが、液晶配向の変化やコントラストの低下は

生じなかつた。この第11実施形態においては、スイッチング素子を設けた基板2側の画素電極4をストライプ状としたが、カラーフィルタを設けた側の基板3上の対向電極5をストライプ状にしても、同様な効果を得ることができることは上述の各実施形態と同様である。

【0075】なお、上述した第1ないし第11実施形態に係る液晶表示装置においては、液晶の配向状態を変化させる領域をゲート線16に平行または直交する方向に延在するストライプ状の領域により構成するものとして説明したが、本発明はこれに限定されず、図14に示す第12実施形態に係る液晶表示装置のように、ゲート線16または信号線17に対して斜め方向の要素を含むように構成しても良い。図14において、第12実施形態に係る液晶表示装置は、電極4または5にジグザグ状のストライプが形成されている。

【0076】図14(a)において、画素電極4は、基板2側に形成される画素電極にジグザグ状のストライプ間隙部43と、ゲート線16に沿った画素電極4の両辺近傍に形成された三角形状間隙部44と、この三角形状間隙部44内でゲート線16に沿うように設けられるストライプ部45と、を備えている。このような構成により、第12実施形態に係る液晶表示装置は、画素電極が斜めのストライプを含むようになっている。したがって、このような第12実施形態に係る液晶表示装置により、本発明は層法線方向31とストライプの方向とが平行または直交する方向のみに限定されず、異なる複数の角度のストライプであつても良い。

【0077】次に、本発明の第13ないし第15実施形態に係る液晶表示装置について、図15ないし図19を参照しながら詳細に説明する。図15、本発明の第13ないし第15実施形態に係る液晶表示装置における反強誘電液晶光学素子の部分断面図である。まず、図15を用いて本発明の液晶光学スイッチ素子の構造およびその光学的性質の電圧制御について説明する。図15において、液晶光学素子20の基板21、21はスペーサ22、22を介して対向配置されており、それぞれの基板21の対向する面には、電極23、23が貼付されており、対向する2枚の基板21、21間には反強誘電性液晶24が挟持されている。また、反強誘電性液晶24の中には液晶とは異なる粒子形状の材料25が分散せられている。このような構成において、電極23を介して反強誘電性液晶24に電圧を印加することにより光学素子の光学的性質を制御している。

【0078】図16は、従来の反強誘電液晶素子における電圧に対するテクスチャの変化を表している。(a)は0Vの場合、(b)は0Vより大きく透過率が飽和する飽和電圧より小さい電圧を印加した場合、(c)は飽和電圧以上電圧を印加した場合である。図16(b)において、スマートチップ層に平行な方向に伸びるストライプドメインが観察される。図19(a)は、従来の反強

誘電液晶素子に対して図16(a)から(b)に印加電圧を階段状に上昇させた場合の透過率の時間変化を、印加電圧の時間変化とともに表わした図である。透過率の変化が比較的遅いことは、図19(a)より明らかであるが、我々は図16(b)に示すストライプドメインの伸縮が印加電圧の変化に対して遅いことが、その原因であることを見出した。本発明の反強誘電液晶素子における電圧に対するテクスチャの応答を図17および図18に表わす。それぞれ(a)ないし(c)における印加電圧は、図16に示す従来の場合と同様である。

【0079】本発明の反強誘電液晶光学素子20は、液晶24中に液晶と異なる材料25が分散しているために、ストライプドメインの核が従来のものに比べ、多数存在している。このため、図17に示すように、ストライプドメインの長さが短く、電圧変化に伴うストライプドメインの伸縮長が図16に示す従来の液晶素子よりも短い距離にとどまるか、あるいは、図18に示すように、ストライプドメインの発生を伴うことなく、場所的に均一に透過率が変化することになる。なお、図19(b)は、本発明の反強誘電液晶素子20に対して図17(a)から(b)、あるいは図18(a)から(b)に印加電圧を階段状に上昇させた場合の透過率の時間変化を、印加電圧の時間変化と共に表わした図である。従来の反強誘電液晶素子の場合の図19(a)の透過率変化に対して、高速で変化していることがわかる。

【0080】以下に、第13ないし第15実施形態を個別に説明する。まず、第13実施形態に係る液晶表示装置は、2つのITOの電極付ガラス基板の電極面に配向膜としてポリイミド(AL-1051:日本合成ゴム(株))を40nmの厚さに形成し、ラビング処理を行なった。次に、一方の電極基板の絶縁膜上に直径2μmのシリカ製スペーサボールを散布するとともに、もう一方の電極基板の絶縁膜上に貼り合わせのためのエボキシ接着剤を所定の位置に付与した。その後、2つの基板を絶縁膜が向かい合い、クロスラビング角5°の平行ラビングの形で張り合わせ、オープン中の封着して空セルとした。反強誘電液晶MLC0076(三井化学)99.5wt%に酸化シリコン粒子(20nmφ)0.5wt%が均一分散した混合物を定法により先に作成された空セルに注入し反強誘電液晶光学素子を作成した。

【0081】このようにして作成された反強誘電液晶光学素子20の電圧-透過光特性を白色光源を用いて30°Cで評価した。電圧の非印加時は透過率0.5%、電圧20V印加時は透過率90%であり、透過率は印加電圧に対して連続的に変化し、ヒステリシスがないことを確認した。また、矩形波(±10V、50MHz、デューティー比50%)を印可して応答時間を測定したところ、0.2msであった。なお、応答時間は印加電圧変化直前から次の電圧変化直前の透過率変化量を100%として10%から90%あるいは90%から10%の変

化に要した時間とした。この比較例として、酸化シリコン粒子が分散されていないMLC0076のみで反強誘電液晶素子を作製し応答時間を測定した結果、20msであり、電圧-透過率曲線にはヒステリシスが観測された。

【0082】次に、第14実施形態に係る液晶表示装置は、反強誘電液晶に分散させる材料として、ラテックス粒子(20nmφ)を用いる以外は第13実施形態に係る液晶表示装置と同様の要領で反強誘電液晶光学素子20を作成した。作成された反強誘電液晶光学素子の電圧-透過光特性を白色光源を用いて30°Cで評価した。電圧の非印加時は透過率0.5%、電圧20V印加時は透過率90%であり、透過率は印加電圧に対して連続的に変化し、ヒステリシスがないことを確認した。また、矩形波(±10V、50MHz、デューティ比50%)の電圧を印加して応答時間を測定したところ、0.2msであった。

【0083】最後に、第15実施形態に係る液晶表示装置は、反強誘電液晶に分散させる材料として、ポリ酢酸ビニル粒子(50nmφ)を用いる以外は実施例1と同様の要領で反強誘電液晶光学素子を作成した。作成された反強誘電液晶光学素子の電圧-透過光特性を白色光源を用いて30°Cで評価した。電圧の非印加時は透過率0.5%、電圧20V印加時は透過率90%であり、透過率は印加電圧に対して連続的に変化しヒステリシスがないことを確認した。また、矩形波(±10V、50MHz、デューティ比50%)の電圧を印加して応答時間を測定したところ0.2msであった。

【0084】

【発明の効果】本発明に係る液晶表示装置は、画素内に周期的に配向性の異なる領域を設けているので、この領域がストライプ状ドメインの境界の移動を止めることができ、「遅い応答」を1%以下に減少させることができ、応答速度が上がった。また、この領域が液晶の層の歪みを吸収するため、配向安定性が向上した。

【0085】また、本発明に係る液晶表示装置によれば、電極間に挟持された液晶中に異なる材料を分散させるだけで、高速で、かつ、ヒステリシスのない反強誘電液晶光学素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態/第11実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図2】本発明の第1ないし第12実施形態に係る液晶表示装置を示す(a)平面図および(b)断面図。

【図3】本発明の第1ないし第12実施形態に係る液晶表示装置に用いられるスイッチング素子の一例を概略的に示す平面図。

【図4】電圧の印加に対する光透過率の変化を示し、

(a)液晶に印加される電圧の波形、(b)従来の液晶

表示装置の光透過率変化、(c)本発明の実施形態に係る液晶表示装置の光透過率変化をそれぞれ示す特性図。

【図5】本発明の長期信頼性を示し、(a)従来と比較した本発明の駆動時間とコントラスト比、(b)遅い応答とストライプの角度、(c)遅い応答とストライプの周期、をそれぞれ示す特性図。

【図6】本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図7】本発明の第3実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図8】本発明の第4実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図9】本発明の第5実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図10】本発明の第6実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図11】本発明の第7実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図12】本発明の第8ないし第10実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図13】本発明に係る第11実施形態に係る液晶表示装置の構成を示す断面図。

【図14】本発明の第12実施形態に係る液晶表示装置における(a)画素電極、(b)対向電極の構造をそれぞれ概略的に示す図。

【図15】本発明の第13ないし第15実施形態に係る液晶表示装置における反強誘電液晶光学素子の構成を概略的に示す断面図。

【図16】従来の反強誘電液晶光学素子の印加電圧変化に伴うテクスチャ変化を示す概略図。

【図17】本発明の第13ないし第15実施形態に係る反強誘電液晶光学素子の印加電圧変化に伴うテクスチャ変化を示す概略図。

【図18】本発明の第13ないし第15実施形態に係る反強誘電液晶光学素子の印加電圧変化に伴うテクスチャ変化を示す概略図。

【図19】反強誘電液晶光学素子の光学応答を示し、(a)従来の光学応答、(b)本発明の光学応答をそれぞれ示す概略図。

【図20】本発明が適用される液晶表示装置の配向状態を(a)ないし(c)で示す概略図。

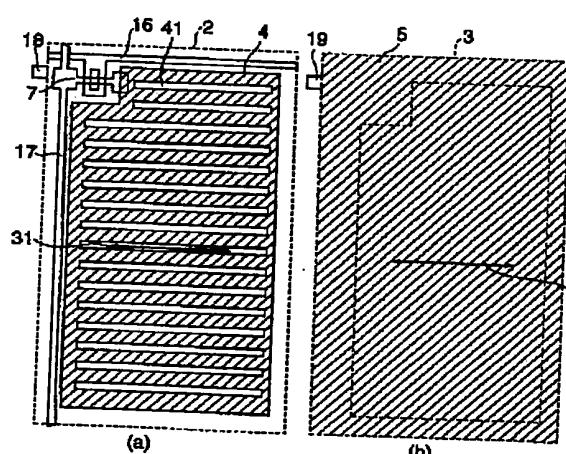
【符号の説明】

1, 100 液晶表示装置

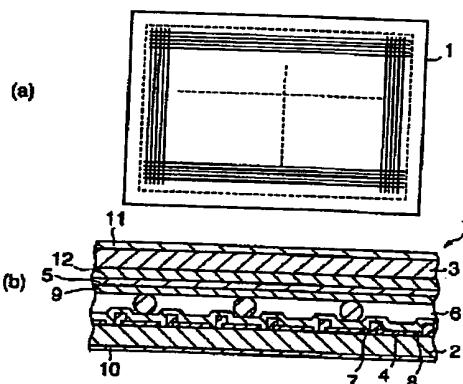
29
 2, 3, 21, 101, 102 基板
 4, 5, 23 電極
 6, 23, 103 液晶
 7 スイッチング素子
 8, 9 配向膜

30
 * 10, 11 偏光板
 25 液晶以外の部材
 31, 106 層法線方向
 41, 51 特定領域
 *

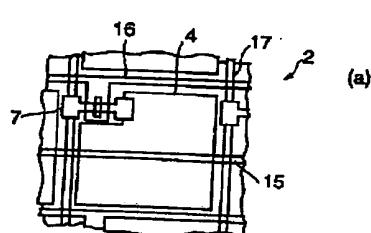
【図1】



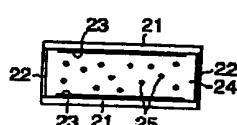
【図2】



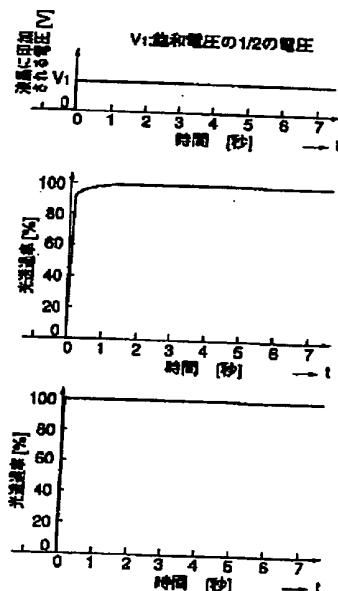
【図3】



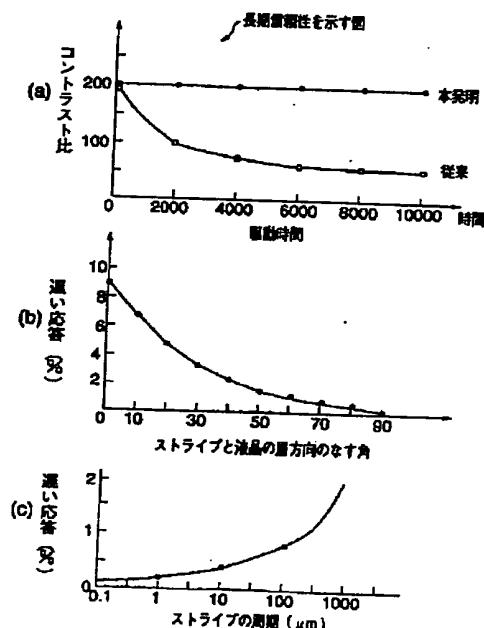
【図15】



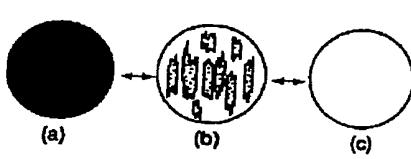
【図4】



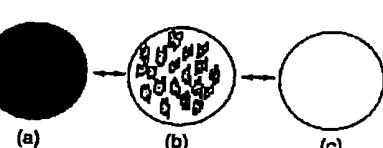
【図5】



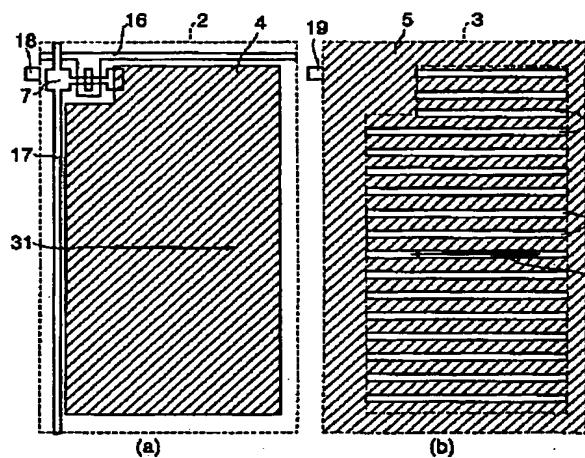
【図16】



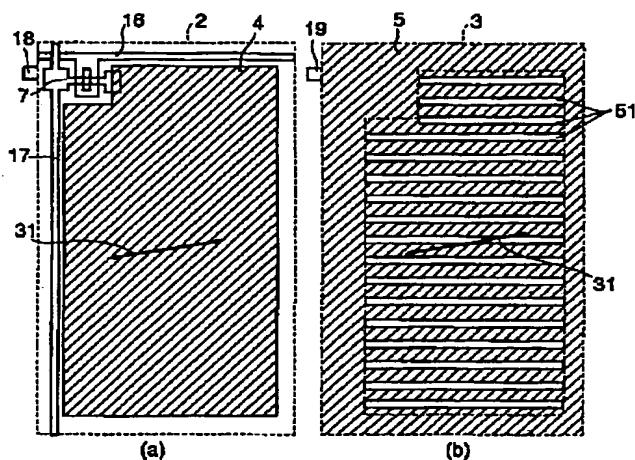
【図17】



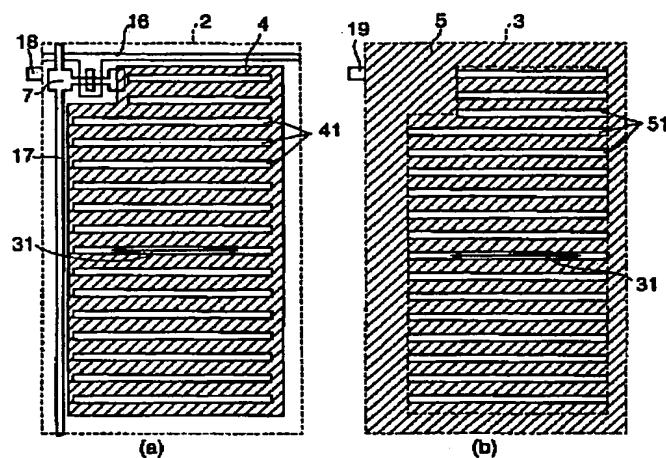
【図6】



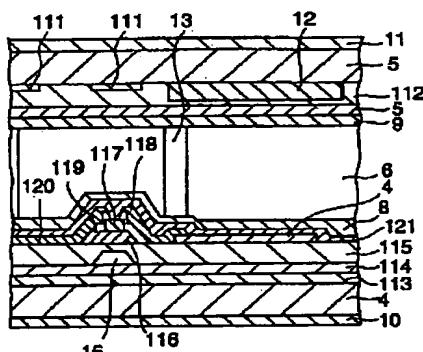
【図11】



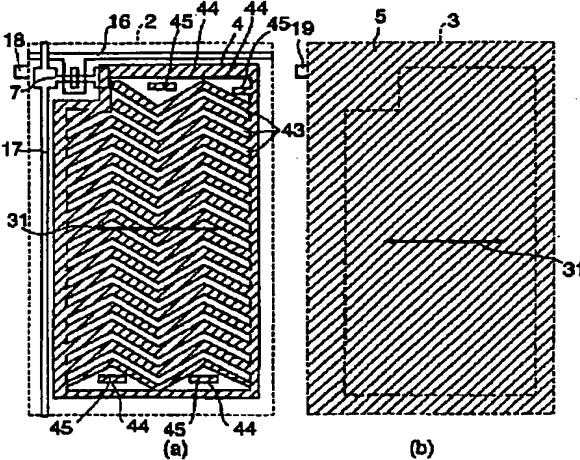
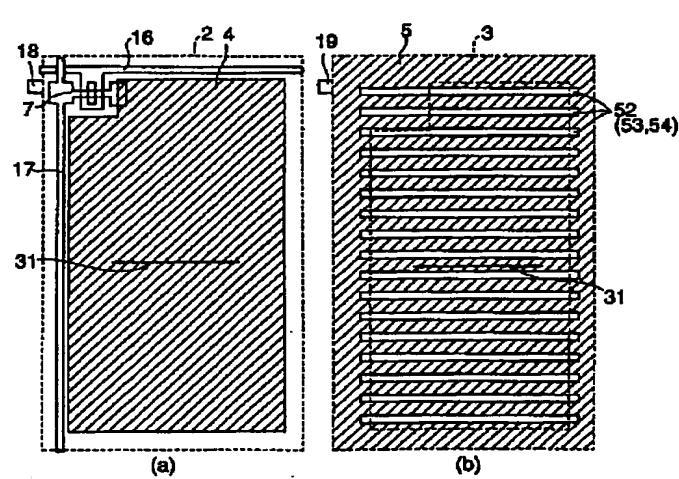
【図7】



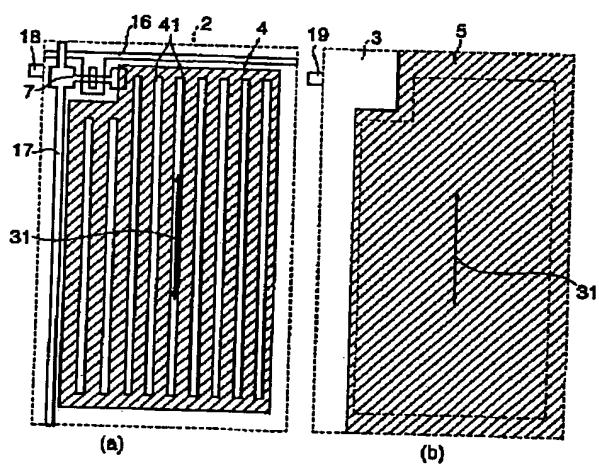
【図13】



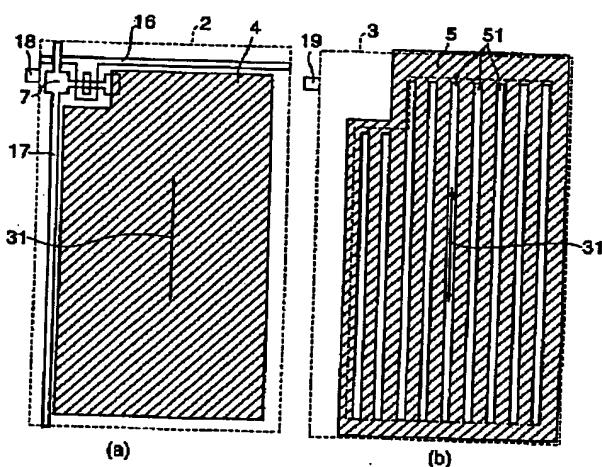
【図14】



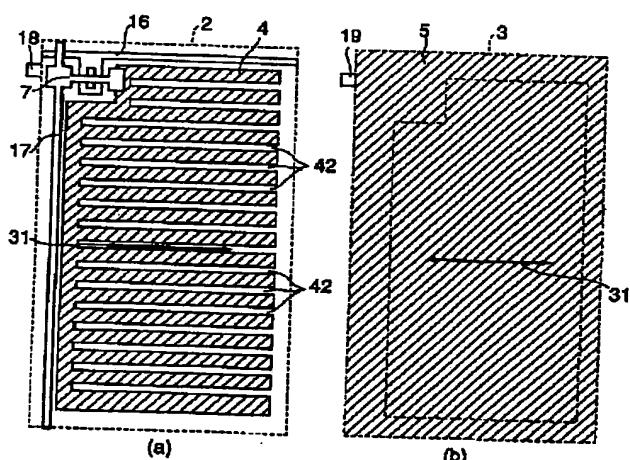
【図8】



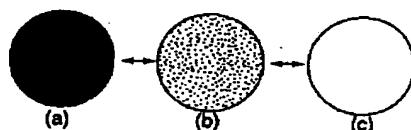
【図9】



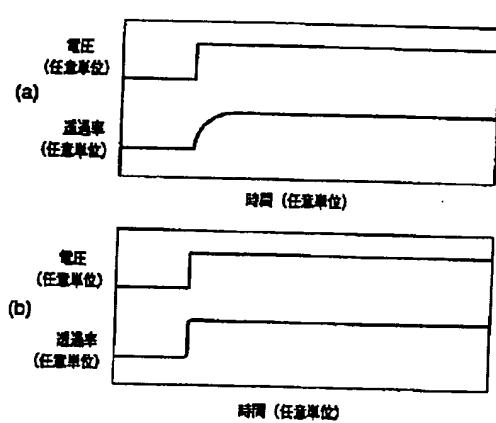
【図10】



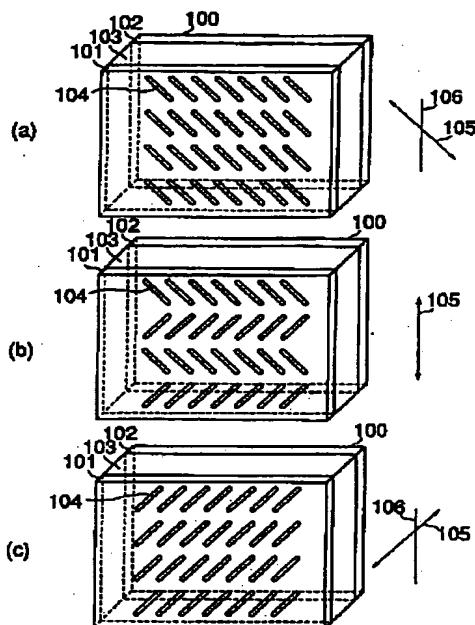
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 岡 俊 行

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 山 口 剛 史

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 長 田 洋 之

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 飯 田 理恵子

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 高 頭 孝 毅

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

F ターム(参考) 2H088 FA03 FA04 FA10 FA29 GA04

HA01 HA02 HA03 HA04 HA06

HA08 HA12 HA14 HA18 JA17

JA20 LA02 MA10

2H090 HB04X HB07Y HB08Y HC05

HC06 HC07 HD03 HD05 JB02

JB03 KA14 KA15 LA01 LA02

LA04 LA09 LA15 MA02 MA07

MA15 MB01

2H092 GA14 HA04 HA05 JA24 NA04

NA05 PA01 PA02 PA03 PA08

PA09 PA11 QA13 QA14

THIS PAGE BLANK (USPTO)